

УДК 330.3:330.42:330.46

JEL Classification: C32, E23, E27

DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.26.2023.287423>**Черноусова Ж. Т.**кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри економічної кібернетики

ORCID ID: 0000-0003-0769-9048

Бондар Б. С.

бакалавр

ORCID ID: 0009-0000-6205-319X

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Chernousova Zhanna, Bondar Bohdana

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ КЕЙНСІАНСЬКОГО ТА НЕОКЛАСИЧНОГО ТИПУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКО-ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ

THE APPLICATION OF KEYNESIAN AND NEOCLASSICAL MODELS FOR MODELING OF ECONOMIC AND PRODUCTION PROCESSES OF ENTERPRISES

У даній статті були досліджені можливості застосування макроекономічних моделей для моделювання мікро-економічних процесів та порівнюються два обрані напрямки – кейнсіанський та неокласичний. Для кожного напрямку було розроблено модель, яка враховує основні аспекти відповідного економічного підходу. Під час дослідження були розглянуті умови застосування макроекономічних моделей до моделювання мікроекономічних процесів. Розроблені дві моделі для виробничого підприємства та проведена їх апробація. Результати моделювання включають аналіз ефектів та динаміки мікроекономічних процесів згідно з обраними кейнсіанським та неокласичним підходами. Кожен напрямок оцінений з точки зору його здатності пояснити та передбачити реальні економічні явища. На основі представлених результатів було зроблено висновки про ефективність застосування макроекономічних моделей для моделювання мікроекономічних процесів.

Ключові слова: економічний розвиток, виробництво, моделювання діяльності підприємств, динамічні моделі, прогнозування за моделями.

The possibilities of applying macroeconomic models to model microeconomic processes under the economic conditions of using these models were investigated in this article. In a closed-type circular economy with homogeneous product production, the application of these macro models becomes possible. The main objective of this article is to explore the directions of applying production functions and dynamic models at the micro level, constructing an economic-mathematical model to simulate production activities, and identifying possibilities for effective economic development of a company. Let's highlight the main tasks set to achieve this goal: investigate the possibility of applying macroeconomic models to model microeconomic processes; modify general dynamic models for their use in small and medium-sized enterprises; compare the obtained modeling results using Keynesian and neoclassical approaches; develop recommendations for further improvement and effective application of these models in production enterprises. To address the tasks of the study, the following research methods were employed: observation, generalization, comparison, formalization, classification, statistical analysis, economic-mathematical modeling, and forecasting of results. The article compares two selected approaches Keynesian and neoclassical. A model was developed for each approach, taking into account the key aspects of the respective economic approach. The conditions for applying macroeconomic models to model microeconomic processes were examined during the research. Two models were developed and tested using real enterprise data. The models were used to analyze various microeconomic processes, including consumption, production, and investment. The results of model testing included analyzing the effects and dynamics of microeconomic processes according to the chosen Keynesian and neoclassical approaches. Each approach was evaluated in terms of its ability to explain and predict real economic phenomena. Based on the presented results, conclusions were comparison the effectiveness of applying macroeconomic models to model microeconomic processes.

Keywords: economic development, production, business activity modeling, dynamic models, model prediction.

Постановка проблеми. Через початок війни в Україні та різку зміну ситуації на ринку за останній період, гостро постало питання планування та прогнозування діяльності виробничих підприємств. Ефективне управління виробничим підприємством є надзвичайно важли-

вим для забезпечення стійкого фінансового стану та конкурентоспроможності на ринку. Однак, прийняття рішень в умовах нестабільності світової економіки, політичних та соціальних факторів, великої кількості ризиків та невизначеності, стає надзвичайно складним завданням.

З огляду на ці обставини, роль аналізу виробничої діяльності постійно зростає. Зокрема, це пов'язано з необхідністю підвищення ефективності виробництва у зв'язку зі зростанням дефіциту та вартості сировини, з науково-технічним прогресом та переходом до ринкових відносин. Також розвиток нових форм господарювання із залученням приватного сектору та реформи економіки сприяють посиленню ролі аналізу управління виробничою діяльністю. При цьому аналіз виробничої діяльності відіграє важливу роль у плануванні та оцінці якості планових показників. Він надає інформацію для підготовки планів, включаючи оцінку якості та обґрунтованість планових показників. Аналіз також допомагає в перевірці та об'єктивній оцінці виконання планів, дозволяє враховувати результати виконання попередніх планів, вивчати тенденції розвитку економіки підприємства та виявляти додаткові резерви для покращення ефективності виробництва.

Результати досліджень відомих економістів Кейнса Д.М. [1] та Солоу Р.М. [2] в даній галузі мали значний вплив на економічну політику та управління підприємствами. Кейнсіанський підхід підкреслює необхідність активного урядового втручання та стимулювання попиту для підтримки економічного зростання. Модель же Солоу Р.М. за неокласичним підходом розширила наше розуміння ролі капіталу та технологічного прогресу у забезпеченні стабільного розвитку підприємств. В обох підходах моделювання враховуються різні фактори та стратегії, що впливають на виробничу продуктивність та розвиток підприємств, зокрема фактори виробництва, технологічний прогрес, капіталовкладення та управлінські рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження Кейнса Д.М. [1], Самуельсона П. та Хікса Д. [3], Солоу Р.М. [2] та Свана Т.В. [4], Харрода Р.Ф. та Домара Е. [5] дали цінні інсайти щодо моделювання ефективного управління виробничим процесом та розвитку підприємств, що сприяло більш глибокому розумінню і покращенню моделей економічної діяльності. При цьому їх наступники працювали над розвитком та дослідженням економічних моделей та концепцій, які поширили і розширили ідеї цих видатних економістів. Портер М. [6] присвятив свої роботи моделюванню та аналізу ефективного управління підприємствами з урахуванням їх конкурентного середовища. Шумпетер Д. [7] розглядав виробничі підприємства як джерело технологічних зрушень та працював над концепцією стимулювання моделювання та розвитку інноваційних стратегій в управлінні підприємствами.

Враховуючи заслуги згаданих вчених, продовження наукових досліджень у цьому напрямку є доцільним, оскільки існує низка нерозкритих питань, пов'язаних з моделюванням економічного зростання. Зокрема, потребують подальшого дослідження можливості застосування загальновідомих макромоделей до прогнозування економіко-виробничої діяльності підприємств.

Формулювання цілей статті. Основною метою даної статті є дослідження напрямів застосування виробничих функцій та динамічних моделей на мікрорівні, побудова економіко-математичних моделей для моделювання виробничої діяльності та виявлення можливостей ефективного економічного розвитку підприємства. Виділимо основні завдання, які були поставлені для досягнення мети:

– Дослідити можливість застосування макроекономічних моделей до моделювання мікроекономічних процесів;

– Модифікувати загальні моделі динаміки до використання їх на малих та середніх підприємствах;

– Порівняти отримані результати моделювання за кейнсіанським та неокласичним підходами;

– Розробити рекомендації щодо подальшого удосконалення даних моделей та їх ефективного застосування на виробничих підприємствах.

Для вирішення завдань роботи були використані методи дослідження: спостереження, узагальнення, порівняння, формалізація та класифікація, статистичний аналіз, економіко-математичне моделювання та прогнозування результатів діяльності.

Виклад основного матеріалу. Ефективність динамічних моделей при моделюванні розвитку виробничої діяльності підприємств полягає в їх здатності аналізувати вплив різних факторів та стратегій на довгострокову динаміку підприємства. Вони дозволяють прогнозувати можливі наслідки прийняття рішень, виявляти ризики та розробляти оптимальні стратегії управління. Однак, ефективність моделей залежить від точності вихідних даних, адекватності модельних припущень та правильного вибору параметрів. Тому важливо мати якісні та достовірні дані для побудови динамічних моделей та враховувати їх обмеження.

Кейнсіанська модель фокусується на аналізі агрегатного попиту і визначає взаємозв'язок між витратами споживачів, інвестиціями, урядовими витратами та зовнішнім попитом. Вона виходить з припущення, що в економіці можуть виникати періоди з недостатнім агрегатним попитом, що може призвести до безробіття та низького рівня виробництва. Модель Самуельсона-Хікса [3], є однією з варіантів динамічної моделі Кейнса [1]. Головна відмінність даної моделі від моделі Кейнса полягає у відмові від постійності інвестицій та введенні змінної частини, яка пропорційна зростанню доходу поточного року порівняно з попереднім роком. Це і робить модель Самуельсона-Хікса більш точною для моделювання та прогнозування доходу майбутніх періодів підприємств порівняно з класичною динамічною моделлю Кейнса.

Застосування моделі Самуельсона-Хікса є ефективним при аналізі впливу макроекономічних змін на виробничу діяльність підприємств, зокрема, при моделюванні розвитку економіки, прогнозуванні виробничих потужностей та визначенні оптимальної політики стимулювання виробництва. Вона може допомогти врахувати ефективність використання ресурсів, встановити баланс між споживанням та інвестиціями, а також оцінити вплив змін у заробітній платі на виробництво та зайнятість.

Кейнсіанська модель не обійшлася без критики від економістів, при цьому було запропоновано альтернативні підходи до економічного моделювання, зокрема неокласичну школу економіки [2]. Однак вплив кейнсіанської моделі залишається значним, та її ідеї продовжують впливати на сучасну економічну науку та політику. Неокласичні моделі в свою чергу дозволяють провести аналіз ефектів різних політик, змін у факторах виробництва та інших впливів на макрорівень. Це допомагає розуміти, які наслідки можуть мати різні дії, та як вони впливають на окремі суб'єкти економіки. Також відмітимо їх гнучкість: дана модель дозволяє

використовувати різні підходи та умови для моделювання різних макропроцесів. Це дозволяє адаптувати моделі до різних ситуацій та контекстів, а також досліджувати вплив різних політичних, економічних та соціальних факторів.

Перейдемо до побудови моделі Самуельсона-Хікса для виробничих підприємств, при цьому балансова загальна формула матиме вигляд [1]:

$$Y(t) = I(t) + C(t) + E(t), \quad (1)$$

де $Y(t)$ – загальний дохід підприємства за період t ; $I(t)$ – витрати на капітальне спорудження, обладнання, інструменти та інші засоби виробництва, які підприємство використовує для виробництва своєї продукції;

$C(t)$ – операційні витрати підприємства (оплату праці найманого персоналу та собівартість виробленого товару); $E(t)$ – податкові витрати підприємства.

За даної моделі підприємство старасться максимізувати свій дохід $Y(t)$, оптимізуючи при цьому витрати на капітальні спорудження $I(t)$, операційні витрати на закупівлю товарів та послуг $C(t)$ і враховуючи рівень податкових відрахувань $E(t)$.

При побудові моделі Самуельсона-Хікса для малих та середніх підприємств будемо вважати, що обсяг інвестування прямо пропорційний приросту доходу та задається рівнянням [3]:

$$I(t+2) = B(Y(t+1) - Y(t)), \quad (2)$$

де B – коефіцієнт приростної капіталомісткості виробництва; $I(t)$ – величина інвестицій за період t ; $Y(t)$, $Y(t+1)$, $Y(t+2)$ – величини доходу в t , $t+1$, $t+2$ періодах відповідно; реалізація інвестицій відбувається протягом 1 року, тобто закладений лаг в моделі дорівнює одиниці.

При цьому вважатимемо, що споживання залежить від величини доходу попереднього періоду та описується за формулою [3]:

$$C(t+2) = aY(t+1) + b, \quad (3)$$

де b – стала операційних витрат підприємства; a – коефіцієнт операційних витрат.

Для визначення коефіцієнтів a та b даної залежності операційних витрат від рівня доходів підприємства складемо систему [9]:

$$\{C(t+1) = a*Y(t) + b, C(t+2) = a*Y(t+1) + b. \quad (4)$$

Податкове навантаження будемо вважати залежним від величини доходу поточного періоду [3] та задамо лінійним рівнянням:

$$E(t+2) = m*Y(t+2) + e, \quad (5)$$

де m – коефіцієнт зростання податкового навантаження за доходом; e – константа, що становить рівень податкових відрахувань, при доході рівному нулю.

Коефіцієнти m та e визначаються розв'язком системи рівнянь [9]:

$$\{E(t+2) = m*Y(t+2) + e, E(t+1) = m*Y(t+1) + e. \quad (6)$$

Враховуючи дані залежності $I(t)$, $C(t)$ та $E(t)$ (2, 3, 5) діяльності підприємства за періодами, складемо різницеве рівняння балансу (7), яке матиме вигляд:

$$Y(t+2) = B(Y(t+1) - Y(t)) + aY(t+1) + b + mY(t+2) + e. \quad (7)$$

Отримане рівняння є рівнянням Хікса, воно є лінійним неоднорідним різницевим рівнянням другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Для отримання загального розв'язку проведемо перетворення (8-9) та складемо характеристичне рівняння (10) [9]:

$$(1-m)*Y(t+2) = (B+a)*Y(t+1) - B*Y(t) + b + e, \quad (8)$$

$$(1-m)*Y(t+2) - (B+a)*Y(t+1) + B*Y(t) = b + e, \quad (9)$$

$$(1-m)^2 - (B+a)*B = 0. \quad (10)$$

При розв'язуванні даного характеристичного рівняння (10), якщо $D > 0$ то $\lambda_{1,2}$ – дійсні та різні, тоді розв'язок загального однорідного рівняння (11):

$$Y(t)_{z.o.} = C1*\lambda_1^t + C2*\lambda_2^t, \quad (11)$$

За $D < 0$, $\lambda_{1,2}$ уявні, та загальний розв'язок різницевого рівняння становитиме (12):

$$Y(t)_{z.o.} = (r^t)(C1*\cos(*t) + C2*\sin(*t)). \quad (12)$$

де r – модуль кореня (розв'язку) характеристичного рівняння; β – кут між дійсною віссю та вектором, який представляє комплексне число.

Перейдемо до знаходження частинного розв'язку [9] даного рівняння. Покладемо $Y_{ч.р.} = A$ та, підставивши A в рівняння, отримаємо:

$$A = (B+a)*A - B*A + b + m*A + e, \quad (13)$$

$$A = (b+e)/(1-a-m). \quad (14)$$

Частинний розв'язок рівняння (13) описується формулою:

$$Y_{ч.р.} = A = (b+e)/(1-a-m). \quad (15)$$

$$Y(t) = Y_{ч.р.} + Y(t)_{z.o.} \quad (16)$$

При цьому значення сталих $C1$ та $C2$ будемо розраховувати за формулами (17-18):

$$C1 = Y(0) - A, \quad (17)$$

$$C2 = (Y(1) - A - r*C1*\cos) / (r*\sin). \quad (18)$$

Дана модель Самуельсона-Хікса є якісним інструментом для розуміння довгострокових перспектив економічного зростання.

Перейдемо до побудови неокласичної моделі зростання на базі виробничої функції з постійною еластичністю заміщення. Найбільш відомою виробничою функцією є виробнича модель Кобба-Дугласа, вона базується на головних тенденціях використання праці та основних фондів, що вже склалися за деякий проміжок часу, і зовсім не враховує ефектів розвитку економічної системи. Тому було обрано виробничу CES-функцію з постійною еластичністю заміщення у формі функції Кобба-Дугласа-Тінбергера (18), що має загальний вигляд:

$$Y = A*L^\alpha * K^\beta * e^{\omega t}, \quad (18)$$

де Y – обсяг доходу від діяльності; K – обсяг капіталу підприємства, що використовується під час діяльності; A – виробничий коефіцієнт, що показує пропорційність всіх функцій і змінюється при зміні базової технології; L – розмір витрат на людські ресурси, для виготовлення обсягу продукції Y ; t – номер періоду; α , β – коефіцієнти еластичності праці та капіталу; ω – коефіцієнт технологічного прогресу [8].

При цьому параметр ω вказує, що продукт економічної системи зростає за рахунок якісних змін у технологічних та бізнес-процесах. Також для визначення розвитку даної економічної системи необхідно порівняти коефіцієнти еластичності капіталу та праці: якщо $\alpha > \beta$, то вважається, що розвиток є інтенсивним, якщо $\alpha < \beta$, то розвиток екстенсивний [10].

Далі для побудови даної неокласичної моделі припустимо експоненційну залежність зростання кількості працівників з урахуванням сталого темпу зміни робочої сили (19), що може бути представлено рівнянням [11]:

$$L(t) = L(0) \exp^{nt}, \quad (19)$$

$$n \approx \Delta L(t) / L(t). \quad (20)$$

де $L(t)$ – кількість працівників за конкретний період t ; $\Delta L(t) = L(t+1) - L(t)$; n – темп зміни робочої сили.

Середня річна заробітна плата на одного працюючого з часом зростає, тому її зміну в часі представимо лінійною залежністю:

$$W(t) = a * t + b, \quad (21)$$

де b – константа, що вказує на рівень середньорічної заробітної плати в базовому році; a – коефіцієнт, що відображає збільшення доходу від періоду.

Для пошуку коефіцієнтів a та b складемо систему [9]:

$$\{W(t) = a * t + b, W(t+1) = a * (t+1) + b. \quad (22)$$

Капіталооснащеність вважатимемо сталою, вона виражається за формулою (23):

$$k = K(t) / L(t), \quad (23)$$

де k – розмір капіталооснащеності.

В моделі також врахуємо витрати на додатковий капітал (24), який необхідний для забезпечення нових працівників:

$$I_i(t) = \Delta L(t) * k = n * L(t) * \left(\frac{K(t)}{L(t)} \right) = n * K(t), \quad (24)$$

де $I_i(t)$ – розмір необхідного додаткового капіталу для нових працівників.

Отже, складене диференціальне рівняння матиме такий вигляд [11]:

$$K(t) = s * Y(t) - \rho * K(t) - n * K(t), \quad (25)$$

або

$$K(t) = sY(t) - (\rho + n)K(t), \quad (26)$$

де $K(t)$ – похідна функції капіталу за t : s – норма накопичення; ρ – норма амортизаційних відрахувань.

Норму накопичення [12] для підприємства розрахуємо як:

$$s = \text{Чистий прибуток} / \text{Загальний дохід}, \quad (27)$$

Дискретизуємо отриману модель (26), при цьому будемо вважати, що:

$$K(t) \approx K(t+1) - K(t), \quad (28)$$

З урахуванням описаного вище, представимо залежність для визначення рівня капіталу в $t+1$ -періоді наступним чином:

$$K(t+1) = s * Y(t) - (\rho + n) * K(t) + K(t), K(0) = K_0, t = 0, 1, 2, 3, 4. \quad (29)$$

Складаємо рівняння очікуваного доходу з урахуванням розрахованого об'єму капіталу за формулою (29), користуючись обраною виробничою функцією Кобба-Дугласа-Тінбергена [8]:

$$Y(t) = A * e^{\alpha t} K^\alpha(t) * (L(t) * W(t))^\beta. \quad (30)$$

Отже, складена модель зростання (31) на основі виробничої функції Кобба-Дугласа-Тінбергена [8] з постійною еластичністю матиме вигляд:

$$\{L(t) = L(0) \exp^{nt}, L(0) = L_0, W(t) = a * t + b, t = 0, 1, 2, 3, 4, \\ K(t+1) = s * Y(t) - (\rho + n) * K(t) + K(t), K(0) = K_0,$$

$$Y(t) = A * e^{\alpha t} K^\alpha(t) * (L(t) * W(t))^\beta. \quad (31)$$

Отримана модель є динамічною та висвітлює важливість інвестицій у нові технології, капітальні активи та людський капітал для збільшення продуктивності та доходів. Виробнича модель показує, що капіталовкладення у модернізацію та оновлення основних фондів поточного періоду є виправданими, такі витрати ведуть до підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку і відповідно до збільшення отриманого доходу [13].

Апробацію складених моделей проведемо на основі діяльності підприємства ТОВ «Демі-мікс Україна», яке є лідером по виготовленню промислових машин та механізмів для забезпечення потреб тваринних ферм. Через воєнні дії на території України більшість ферм, що територіально знаходяться у східній частині України постраждали: скорочення за 2022 рік склало на 15,6% за даними Державної служби статистики України. В той самий час у лютому 2023 року промисловий сектор відзначив збільшення поголів'я ВРХ на 86,1 тис. голів (+0,6%), що каже про початок відновлення даної галузі за рахунок території, які безпосередньо не постраждали.

Основними економічними особливостями, що були відмічені при виборі моделей для моделювання економіко-виробничої діяльності даного підприємства були: компанія концентрується на виробництві лише одного виду товару; зростання компанії відбувається через політику реінвестування, основна частка прибутку направлена на інвестування в розвиток компанії [14].

Основні умови застосування розглянутих макроекономічних моделей такі, як циркуляційна економіка та виробництво однорідних, агрегованих товарів, виконуються в економіці даної компанії.

За даними балансового звіту підприємства ТОВ «Демі-мікс Україна» було сформовано табл. 1 в якій наведені значення основних показників діяльності даного підприємства протягом 2020–2022 рр.

Перейдемо до побудови моделі Самуельсона-Хікса на основі даних, наданих підприємством. Ця модель дозволить доповнити результати моделювання за кейнсіанською теорією, та більш точно розглянути перспективи розвитку компанії в майбутньому. Складена модель

Таблиця 1

Значення основних показників діяльності підприємства за 2020–2022 рр.

Роки	2020	2021	2022
Державні витрати, тис. грн	56,00	123,00	112,70
Споживання, тис. грн	4265,40	10640,60	9986,30
Інвестиції, тис. грн	255,40	560,20	513,50
Дохід підприємства, тис. грн	4520,80	11200,80	10499,80
Капітал підприємства, тис. грн	2918,90	3496,10	4009,50
Кількість працівників, осіб	7	7	6
Середня зарплата, тис. грн/рік	216,08	322,93	392,76

Джерело: складено автором на основі балансового звіту підприємства

Самуельсона-Хікса (12-16) з урахуванням податкового навантаження за даними підприємства ТОВ «Демі-мікс Україна» (табл. 1) матиме наступний вигляд:

$$Y(t) = 10194,66 + (0,27897^t) * (-5673,84 * \cos(-1,51) * t) - 20061,04 * \sin((-1,51) * t). \quad (32)$$

Отримана модель (32) описує коливання, що затухають, наближаючись до рівня очікуваного попиту.

Для даного підприємства були розраховані коефіцієнти виробничої CES-функції Кобба-Дугласа-Тін-

$$\begin{cases} L(t) = 7 \exp^{0,045^t}, L(0) = 7, W(t) = 88,34 * t + 133,91 (\text{тис грн}), \\ K(t+1) = 0,04194 * Y(t) - (0,016 + 0,045) * K(t) + K(t), K(0) = 2918,9 (\text{тис грн}), \\ t = 0,1,2,3,4, Y(t) = 2,95 * (L(t) * W(t))^{0,06} * K(t)^{0,94} * e^{0,07435^t}. \end{cases} \quad (34)$$

Дана система рівнянь є динамічною моделлю розглянутого підприємства, що дозволяє більш точно прогнозувати очікуваний рівень доходу з урахуванням зростання виробництва з часом, зміни кількості працівників та їх середньої заробітної плати, збільшення власного капіталу компанії та змін, пов'язаних з удосконаленням виробничого процесу [14]. В майбутніх періодах очікується (див. рис. 1), що на основі складеної моделі розвитку підприємства за виробничою функцією Кобба-Дугласа-Тінбергена підприємство буде мати позитивну динаміку зростання, збільшення доходів та розвитку в майбутньому.

За прогнозованими значеннями неокласичної моделі розвитку прослідковуємо зростання очікуваного рівня доходу компанії в 2023 році, який становить 12342,4 тис. грн/рік, в наступному 2024 році 12512,06 тис. грн/рік (рис. 1).

За результатами моделювання були виділені наступні основні тенденції. За моделлю Самуельсона-Хікса очікується зростання доходу підприємства до рівня 10 млн грн/рік та його подальша стабілізація. Причому за складеною неокласичною моделлю розвитку також прослідковуємо зростання доходу перших періодів та стабілізацію на рівні 12 млн грн в подальших періодах. Отже, за неокласичною моделлю виробничі можливості підприємства є вищими за наявний попит, який врахований за моделлю Самуельсона-Хікса. Таким чином, необхідно стимулю-

вати попит на продукцію даного підприємства. Це відобразиться у моделі Самуельсона-Хікса за рахунок врахування маркетингових витрат на просування товару. Тоді значення коефіцієнта приростної капіталомісткості буде залежати від інвестицій, які включають капітальні вкладення та маркетингові витрати, і буде зменшуватись експоненційно та наближатися до сталого рівня.

Складена функція Кобба-Дугласа-Тінбергена [8] на основі показників даного підприємства має вигляд:

$$Y(t) = 2,95 * (L(t) * W(t))^{0,06} * K(t)^{0,94} * e^{0,07435^t}. \quad (33)$$

Отже, у підсумку була отримана модель розвитку (34) для виробничого підприємства ТОВ «Демі-мікс Україна», складена на основі CES-функції Кобба-Дугласа-Тінбергена [8], та представлена системою:

вати попит на продукцію даного підприємства. Це відобразиться у моделі Самуельсона-Хікса за рахунок врахування маркетингових витрат на просування товару. Тоді значення коефіцієнта приростної капіталомісткості буде залежати від інвестицій, які включають капітальні вкладення та маркетингові витрати, і буде зменшуватись експоненційно та наближатися до сталого рівня.

Висновки. В даній статті була досліджена можливість застосування макроекономічних моделей до моделювання мікроекономічних процесів. Загальні моделі динаміки були модифіковані для використання їх на малому виробничому підприємстві. Оскільки в Україні мале підприємство становить найчисельніший сектор економіки, мають бути створені належні економічні моделі для його аналізу та моделювання розвитку, задля відновлення економіки країни у післявоєнний час. Економіко-виробнича діяльність такого підприємства концентрується на виробництві лише одного виду товару, при цьому зростання компанії відбувається через політику реінвестування, основна частка прибутку направлена на інвестування в розвиток компанії. За результатами моделювання за кейнсіанським та неокласичним підходами було виявлено, що виробничі можливості даного підприємства є вищими за наявний попит на ринку. Для впливу на попит в подальшому моделюванні пропонується врахувати маркетингові витрати на просування

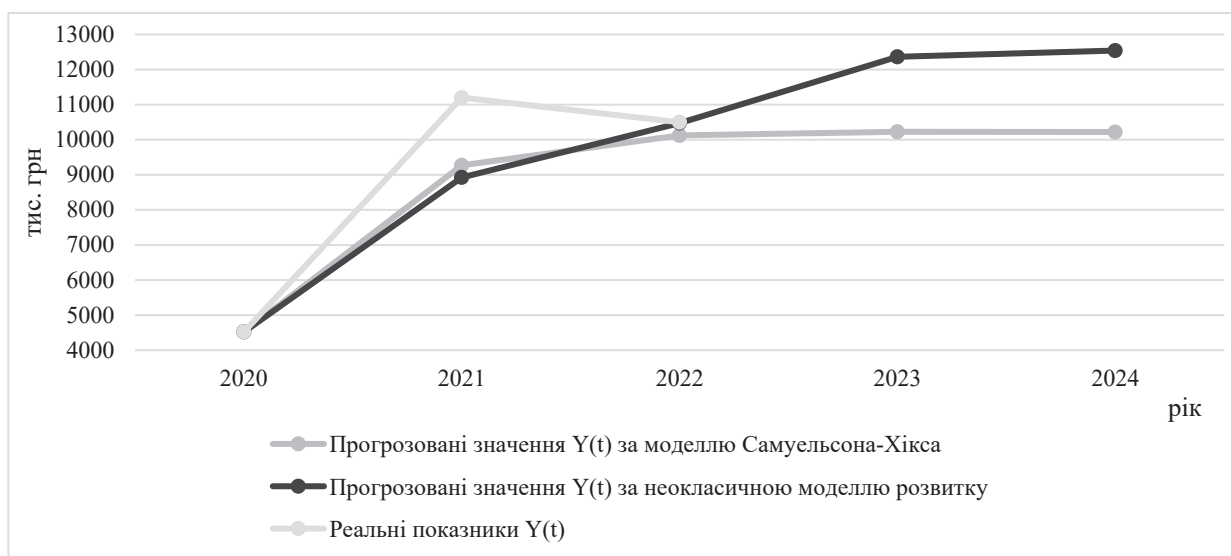


Рис. 1. Результати моделювання очікуваних доходів підприємства за двома моделями

Джерело: складено автором на основі значень розрахованих моделей

товару, що буде відображатись залежністю коефіцієнта приростної капіталомісткості від інвестицій. Даний коефіцієнт буде зменшуватись, наприклад, експоненційно та наблизяться до сталого рівня.

Узагальнюючи, прогнозування за моделями Самуельсона-Хікса та неокласичною моделлю роз-

витку на основі виробничої функції Кобба-Дугласа-Тінбергена показало, що збільшення інвестицій, попиту, ефективне використання ресурсів та технологічний прогрес є ключовими факторами для розвитку та покращення економічних показників даного підприємства.

Література:

1. Keynes J.M. The general theory of employment. *The quarterly journal of economics*. 1937. Vol. 52(2). P. 209–223.
2. Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 1956. Vol. 70(1). P. 65–94.
3. Hicks J.R. Keynes' Theory of Employment, Interest and Money. *The Economic Journal*. 1936. Vol. 72(182). P. 238–253.
4. Swan T.W. Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*. 1956. Vol. 32(2). P. 334–361.
5. Harrod R.F. An Essay in Dynamic Theory. *The Economic Journal*. 1939. Vol. 49(193). P. 14–33.
6. Porter M.E., Kramer M.R. Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. *Simons*. 1985. Vol. 24(12). P. 56–68.
7. Schumpeter J.A. The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle. *Journal of comparative research in anthropology and sociology*. 1934. Vol. 3(02). P. 137–148.
8. Matveenko V. Anatomy of Production Functions: A Technological Menu and a Choice of the Best Technology. *Economics Bulletin*. 2010. Vol. 30(3). P. 190–191.
9. Клебанова Т.С. та ін. Моделювання економічної динаміки : навч. посіб. Харків : Видавничий Дім «ІНЖЕК», 2005. 244 с.
10. Грабовецький Б.С. Виробничі функції: теорія, побудова, використання в управлінні виробництвом : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2006. 137 с.
11. Ковальчук Т.В., Мартиненко В.І., Денисенко В.І. Вища математика для економістів : навч. посіб. Київ : КНТЕУ, 2007. 342 с.
12. Білошкурський М.В. Методичні аспекти максимізації прибутку шляхом моделювання виробничої функції в системі антикризового управління підприємствами. *Науковий вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту КНТЕУ*. 2008. Вип. II. С. 143–151.
13. Пономаренко О.І., Перестюк М.О., Бурим В.М. Сучасний економічний аналіз. Макроекономіка. Частина 2 : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2004. 262 с.
14. Вершигора В.Г. Економіко-математична модель ефективної фінансової стратегії стабільності підприємства. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки*. 2013. № 2. С. 352–357.

References:

1. Keynes J.M. (1937) The general theory of employment. *The quarterly journal of economics*, vol. 51(2), pp. 209–223.
2. Solow R.M. (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70(1), pp. 65–94.
3. Hicks J.R. (1936) Keynes' Theory of Employment, Interest and Money. *The Economic Journal*, vol. 46(182), pp. 238–253.
4. Swan T.W. (1956) Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*, vol. 32(2), pp. 334–361.
5. Harrod R.F. (1939) An Essay in Dynamic Theory. *The Economic Journal*, vol. 49(193), pp. 14–33.
6. Porter M.E., Kramer M.R. (1985) Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. *Simons*, vol. 24(12), pp. 56–68.
7. Schumpeter J.A. (1934) The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle. *Journal of comparative research in anthropology and sociology*, vol. 3(02), pp. 137–148.
8. Matveenko V. (2010) Anatomy of Production Functions: A Technological Menu and a Choice of the Best Technology. *Economics Bulletin*, vol. 30(3), pp. 190–191.
9. Klebanova T.S. et al. (2005) Modeliuvannia ekonomichnoi dynamiky: navch. posib. Kharkiv: "INZhEK", 244 p.
10. Hrabovetskyi B.I. (2006) Vyrobnychi funktsii: teoriia, pobudova, vykorystannia v upravlinni vyrobnytstvom: monohrafiia. Vinnytsia: "UNIVERSUM", 342 p.
11. Kovalchuk T.V., Martynenko V.I., Denysenko V.I. (2007) Vyshcha matematyka dlia ekonomistiv: navch. posib. Kyiv: KNTEU.
12. Biloshkurskyi, M.V. (2008) Metodychni aspekty maksymizatsii prybutku shliakhom modeliuvannia vyrobnychoi funktsii v systemi antykrizovoho upravlinnia pidpriemstvamy. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu KNTEU*, vol. 2, pp. 143–151.
13. Ponomarenko O.I., Perestiuk M.O., Buryim V.M. (2004) Suchasnyi ekonomichnyi analiz. Makroekonomika: navch. posib. Kyiv: "Vyshcha shkola", 262 p.
14. Vershyhora V.H. (2013) Ekonomiko-matematychna model efektyvnoi finansovoi stratehii stabilnosti pidpriemstva. *Visnyk Chernivetskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu*, vol. 2, pp. 352–357.